УДК 553.411.071.550.42(548.1+548.8)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОХИМИИ ТИТАНА, ФОСФОРА, МАГНИЯ В МЕЗОТЕРМАЛЬНЫХ ЗОЛОТЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ. Часть 1

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет
E-mail: lev@tpu.ru

Приведены новые, дополняющие ранее опубликованные автором данные о распределении фемофильных элементов – Mg, Ti, P в околожильных метасоматических ореолах Ирокиндинского и Кедровского месторождений Северного Забайкалья. Показано, что аномалии этих элементов тяготеют к ближнему обрамлению швов глубинных разломов. Снижение содержания фемофильных элементов в березитах тыловой зоны апогнейсовых, апокальцифировых, апогранитных околожильных метасоматических ореолов Ирокиндинского месторождения по мере удаления от глубинного разлома коррелирует со снижением концентрации титана в пирите березитов и запасов золота в жилах. В Кедровском месторождении магнием, титаном, фосфором обогащены березиты и метасоматический пирит тыловой зоны апосланцевых, апогаббровых, апогранитных околожильных метасоматических ореолов и многочисленные внутрирудные гидротермально изменённые дайки долерита, как и разломы в обоих месторождениях выполнявшие при рудообразовании раствороподводящую функцию.

Введение

Обнаружение в околорудных и внутридайковых метасоматических ореолах Ирокиндинского и Кедровского мезотермальных золотых месторождений Северного Забайкалья комплексных аномалий титана, фосфора, магния [1, 2], обладающих в отличие от большинства сопровождающих золото металлов ярко выраженными геохимическими и металлогеническими связями с базальтоидным магматизмом и его производными, в том числе щелочными, поставило в перечень перспективных направлений исследований гидротермального рудообразования вопрос о масштабах, формах и условиях участия этих элементов в рудообразующих процессах.

Актуальность постановки вопроса определяется двумя причинами. Первая заключается в том, что сам факт возможного поступления с металлоносными флюидами совокупности фемофильных элементов не укладывается в популярные в прошлом и до сего времени представления о генерации флюидов в очагах гранитоидной магмы и, следовательно, о генетической связи золотых мезотермальных место-

рождений с гранитами. Вторая причина обусловлена необходимостью разрешения другого возникшего противоречия, касающегося подвижности – инертности титана и фосфора в гидротермальных процессах. Как известно, оба элемента инертны в кислотных средах не только в смысле способности их диффундировать в растворах с чрезвычайно малой скоростью, но и находиться в растворённом состоянии. Переходить из твёрдой фазы в раствор и становиться миграционноспособными они могут при pH раствора более 7 и особенно активно мигрируют в сильно щелочных средах. Метасоматические ореолы березитовой формации, напротив, образуются в условиях кислотного выщелачивания под воздействием кислотных растворов и сколько-нибудь значительных количеств растворённых соединений титана и фосфора в них быть не должно. Следовательно, поступление с такими растворами обоих элементов маловероятно, скорее всего, – невозможно при том, что достаточно контрастные (КК до 6...7) аномалии их в кислотных метасоматитах – березитах и лиственитах – реальность.

В последние два десятилетия накоплены новые, к сожалению, отрывочные данные, касающиеся в основном титана, которые, тем не менее, в известной степени позволяют судить о распространённости явления фемофильной специализации золотоносных березитов. Более того, ансамбль фемофильных элементов, накапливающихся в рудах и сопровождающих ореолах мезотермальных месторождений, в девяностых годах прошлого столетия расширен включением в него металлов платиновой группы, которых тоже трудно заподозрить в связях с коровым гранитоидным магматизмом. Некоторые месторождения, в числе первых Сухой Лог, изменили даже свой статус с золотого на золото-платиновый [3]. На очереди ряд других объектов, претендующих на подобное усиление своего статуса.

В связи с этим и с учетом важности последовательного решения данного вопроса для углубления знаний в теории гидротермального рудообразования назрела потребность, опираясь на первые материалы, обобщить и проанализировать опубликованные разными авторами сведения. Фиксация аномальных концентраций того или иного из триады элемента в околорудных ореолах и рудах золотых месторождений, хотя и не сопровождаемая попытками реконструкции причин их накопления в месторождениях, образованных в прошлые геологические эпохи, а также минералов титана, фосфора, платиноидов в продуктах современной вулканической деятельности приобретает широкое звучание в свете выявленной закономерности, всё более подтверждая её.

Теоретический аспект исследования заключается в том, что создаётся дополнительная основа для уточнения вероятных источников рудного вещества, условий и форм его транспорта из областей генерации металлоносных растворов и причин (условий) отложения при образовании рассматриваемой совокупности золотых месторождений. В силу специфики накопления титана и фосфора в месторождениях возможно использование эффекта в решении прикладных задач, именно, – в прогнозно-поисковых целях.

В данной статье рассмотрена геохимия обозначенных элементов в околорудно изменённых породах Ирокиндинского и Кедровского месторождений. В следующей статье обобщены данные по другим мезотермальным месторождениям Земли и обсуждаются вероятные источники фемофильных элементов, на этапах рудообразования – условия их транспорта и отложения в метасоматических ореолах и золотых рудах.

Титан, фосфор, магний в околорудных ореолах Ирокиндинского и Кедровского месторождений

Месторождение Ирокинда (Рокиндо) (рис. 1) кварцево-жильного типа образовано, как и другие золотые месторождения Северного Забайкалья, в позднепалеозойскую металлогеническую эпоху [4] и залегает в лежачем боку Восточного граничного шва Килянской зоны глубинных разломов среди мигматит-гнейсового субстрата юго-западной периферии Муйского выступа архейского фундамента в допалеозойских складчатых сооружениях юго-восточного обрамления Сибирской платформы (рис. 2). В составе субстрата участвуют сопровождаемые золоторудными кварцевыми жилами молодые дорудные дайки гранит-порфира, а также дайки диоритового порфирита и умеренно щелочного оливинового долерита. Кварцевые жилы выполняют оперяющие Восточный шов трещины северо-восточного, субмеридионального и северо-северо-западного простирания, вскрыты рельефом и штольнями в вертикальном диапазоне около 800 м (рис. 2, 3).

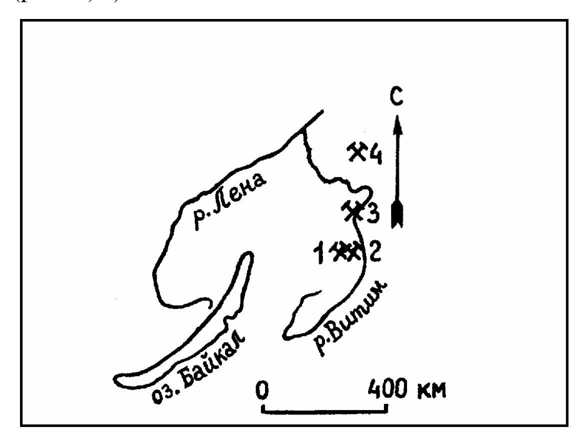


Рис. 1. *Географическое положение золоторудных месторождений:1) Ирокиндинское, 2) Кедровское, 3) Каралонское, 4) Сухой Лог*

Жилы сопровождаются зональными метасоматическими ореолами мощностью до первых сотен м, типовое строение которых, свойственное всем месторождениям района, в том числе образованным в углеродистых сланцах, приведено на рис. 4. Наиболее объемные внешняя и хлоритовая зоны пропилитоподобных изменений мощностью до первых сотен, многих десятков м соответственно сменяются

альбитовой (до первых м) и тыловой березитовой (до 1...1,5 м) зонами. Минеральный состав зон следующий.

Внешняя зона: *кварц+серицит+кальцит±доломит, анкерит+ лейкоксен, рутил +магнетит+пирит+альбит±хлориты±цоизит (±эпидот)+ актинолит-тремолит (±биотит).*

Хлоритовая зона: *кварц+серицит+кальцит±доломит, анкерит+лейкоксен, рутил+магнетит+пирит+альбит+хлориты (±цоизит-эпидот).*

Альбитовая зона: *кварц+серицит+кальцит+доломит, анкерит, сидерит+ лейкоксен, рутил+магнетит+пирит± апатит+альбит.*

Тыловая зона: *кварц+серицит+кальцит+доломит, анкерит, сидерит+ лейкоксен, рутил+магнетит+пирит±апатит.*

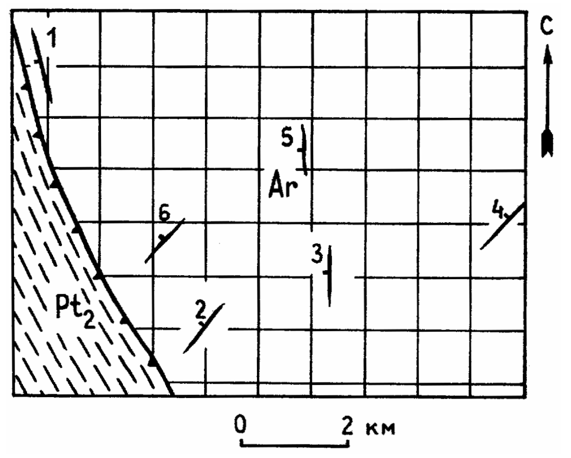


Рис. 2. *Схема расположения некоторых промышленных золотоносных кварцевых жил Ирокиндинского рудного поля на юго-западной окраине Муйского выступа архейского мигматит-гнейсового фундамента (Ar), отделённого Восточным швом Килянской зоны глубинных разломов от протерозойского обрамления (Pt_2). Здесь и на рис. 3 золотоносные жилы Тулуинская (1), № 30 (2), Хребтовая (3), Серебряковская (4), Петровская (5), Юрасовская (6)*

Отметим, что в условиях частого чередования во вмещающем субстрате различных по минералого-химическому составу альмандин-диопсид-двуполевошпатовых, альмандин-двуслюдяных парагнейсов, кальцифиров, мигматитов с переменным вплоть до небулитов объемом гранитной лейкосомы, амфиболитов и некоторых других более редких видов и разновидностей ультраметаморфических пород, а также сложного складчатого вплоть до плойчатости строения рудовмещающего блока потребовался особо тщательный подход к отбору проб в каждой метасоматической колонке. Цепочка проб, представляющих породу каждого вида, массой не менее 1,0...1,5 кг, отобранных в нулевой и каждой из минеральных зон ореола вкрест его простирания, строго следует ориентировке полосы ("пласта") опробуемой породы. Положение полосы в тыловых зонах определялось с учётом её ориентировки в области перехода к альбитовой зоне и с учётом сохранившихся в альбитовой и тыловой березитовой зонах теневых структур, особенно граничных поверхностей полос. Как правило, из одной минеральной зоны отбиралось 2–3 и более проб, что обеспечивало возможность усреднения содержаний петрогенных и рудогенных компонентов. Эти меры минимизировали возможные ошибки в оценке вариаций содержаний химических элементов в породе каждого вида и метасоматитах по ним, обусловленных естественным неравномерным распределением минералов, а, следовательно, и вариациями химического состава пород.

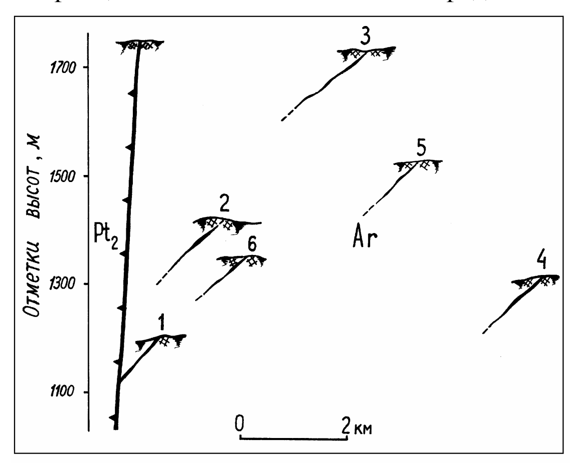


Рис. 3. *Вертикальные разрезы золотоносных кварцевых жил Ирокиндинского рудного поля, совмещенные в проекции на вертикальную плоскость, ориентированную по аз. 60°*

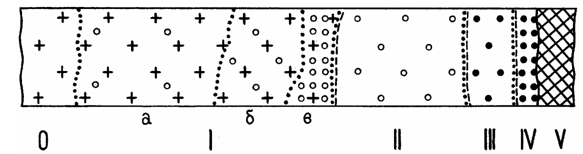


Рис. 4. *Типовая схема минеральной зональности околорудных метасоматических ореолов мезотермальных золоторудных месторождений Северного Забайкалья. Минеральные зоны: О — нулевая (исходная неизменённая порода), I — внешняя с подзонами слабого (а, до 10 % новообразованных минералов), умеренного (б, до 20 % новообразованных минералов), интенсивного (в, до 30 % новообразованных минералов) изменения, II — хлоритовая (с минералами эпидотовой группы или без них), III — альбитовая, IV — тыловая березитовая, V — осевая (золоторудная кварцевая жила); названия промежуточных зон даны по названиям минералов, исчезающих в более тыловой зоне*

Минералого-петрохимические черты метасоматических ореолов и условия их образования обсуждались ранее [1 и др.], поэтому здесь кратко отметим, что ореолы образованы в процессе средне-низкотемпературного калиево-сернисто-углекислотного метасоматизма с выносом натрия и частично (и не всегда) кремния. В направлении к тыловой зоне число минеральных фаз снижается, но тыловая зона остаётся полиминеральной, что свой-

ственно колонкам березитовой формации вообще. Удельная, в расчёте на единицу объёма (10000 Å³), масса перемещённого (привнесённого и вынесенного) вещества, которая предложена автором в качестве количественного показателя степени преобразований пород [1], нарастает в направлении тыловой зоны и достигает в последней 35...40 %, составляя во внешней зоне 1...8 %, хлоритовой – 7...15 %, альбитовой – 15...30 % относительно нулевой зоны не затронутых изменениями пород.

Таблица 1. *Коэффициенты концентрации магния, титана, фосфора в минеральных зонах околожильных метасоматических ореолов Ирокиндинского рудного поля*

Исходные породы	Минеральные зоны и подзоны	Число проб	Элементы		
			Mg	Ti	P
I	Внешняя зона:				
	Умеренного изменения	23	1,0	1,1	1,1
	Интенсивного изменения	14	1,0	1,1	1,4
	Хлоритовая	11	1,5	1,1	0,9
	Альбитовая	10	0,9	1,5	0,9
	Березитовая	26	1,4	1,6	1,1
II	Внешняя зона:				
	Умеренного изменения	13	1,0	1,0	1,1
	Интенсивного изменения	7	1,0	1,1	1,2
	Хлоритовая	4	0,9	1,0	1,1
	Альбитовая	8	1,3	1,3	1,3
	Лиственитовая	18	1,8	1,8	1,9
III	Внешняя зона:				
	Умеренного изменения	5	1,0	1,1	1,5
	Интенсивного изменения	6	1,3	1,2	2,1
	Хлоритовая	9	1,6	0,9	3,1
	Альбитовая	8	1,6	1,7	3,5
	Березитовая	7	3,2	3,5	7,5
IV	Хлоритовая	4	2,8	3,8	2,9
	Альбитовая	6	4,3	6,0	4,1
	Березитовая	6	4,9	6,2	3,3

Примечания. *1) Исходные породы в нулевой зоне и подзоне слабого изменения внешней зоны: I — альмандин-диопсид-двуполевошпатовый гнейс (9 проб), II — кальцифир (6 проб), III — гранит мигматитовой выплавки (3 пробы), IV — дайковый гранит-порфир (2 пробы); 2) коэффициенты концентрации рассчитаны относительно исходных пород, здесь и в табл. 3 с использованием результатов петрохимических пересчётов по объёмно-атомному методу полных химических силикатных анализов горных пород, выполненных в Центральной лаборатории ПГО "ЗапСибгеология" (г. Новокузнецк) под руководством И.А. Дубровской*

Как можно видеть в табл. 1, содержание магния, титана, фосфора остаётся более или менее неизменным, близким к таковому исходных пород, во внешней и хлоритовой зонах ореолов, т.е. на крупнообъемной периферии последних. Это в сочетании со структурными признаками минеральных замещений, выраженными, например, в образовании сагенитовой решётки в былых кристаллах пироксена, роговой обманки, специфических скоплений рутила, лейкоксена в срастании с магнетитом вдоль спайности хлоритизированного биотита, доказывает местный (породный) источник всех трёх элементов, участвующих в составе минералов гидротермального этапа. Поступление их извне доказывается, в свою очередь, резким, в разы, возрастанием содержаний в тыловых, особенно в березитовой, зонах. Наиболее высокие коэффициенты концентрации получены в ореолах, образованных в граните мигматитовой выплавки и в дайковом гранит-порфире, то есть в исходных породах, отличающихся незначительными вариациями содержаний фемофильных элементов, что видно на графике (рис. 5). Меньшая усреднённая контрастность аномалий свойственна тыловым зонам апогнейсовых и апокальцифировых ореолов, образованных в исходных породах с бóльшими вариациями содержаний элементов (рис. 6), но это обусловлено также участием в расчётах метасоматических колонок, представляющих ореолы более удалённых от Килянской зоны глубинных разломов жил, где привнос рассматриваемых элементов минимален, или эпизодичен, или чаще не фиксируется.

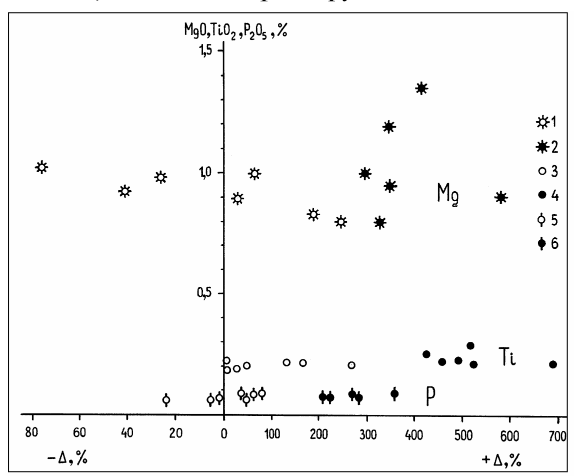


Рис. 5. *Баланс магния (1, 2), титана (3, 4), фосфора (5, 6) в нулевой и тыловой зонах околожильных метасоматических ореолов Тулуинской (2, 4, 6) и № 30 (1, 3, 5) жил Ирокиндинского рудного поля, образованных в гранит-порфире. Здесь и на рис. 6. по оси ординат — содержание компонентов в исходных породах нулевой зоны ореолов по данным химического силикатного анализа, по оси абсцисс — атомные количества привноса (+), выноса (—) элементов в березите тыловой зоны в процентах к атомным количествам их в исходных породах в стандартном геометрическом объёме 10000 Å³. Одна фигуративная точка представляет отдельную метасоматическую колонку в нулевой и тыловой зонах. Результаты получены посредством петрохимических пересчётов по объёмно-атомному методу полных химических силикатных анализов горных пород, выполненных в Центральной лаборатории ПГО "ЗапСибгеология" (г. Новокузнецк) под руководством И.А. Дубровской*

Дифференциация аномалий триады по контрастности (рис. 5, 6) прямо коррелирует с расстоянием от Восточной ветви зоны глубинных разломов. Максимальное насыщение фемофильными элементами апогранитных, апогнейсовых березитов, апокальцифировых лиственитов фиксируется в ореоле Тулуинской жилы (0,5 км от разлома), но снижается до обычных околокларковых содержаний элементов уже в ореолах Юрасовской, № 30 жил (1,0...1,5 км от разлома), хотя и здесь в отдель-

ных колонках ещё встречается обогащение на 100...200 %. В ореолах более удалённых Хребтовой, Петровской, Серебряковской жил (рис. 2, 3) березитам свойственны содержания элементов, обычные для исходных пород. Накопление фемофильных элементов, установленное на основе пересчётов химических анализов, выражается в содержаниях минералов-носителей этих элементов. В тыловых, особенно в березитовой, зонах резко увеличено количество магнийсодержащих карбонатов, апатита, рутила, лейкоксена, причём скопления последних многочисленны, в отличие от внешних зон, в кварцево-карбонатных, серицит-кварц-карбонатных агрегатах.

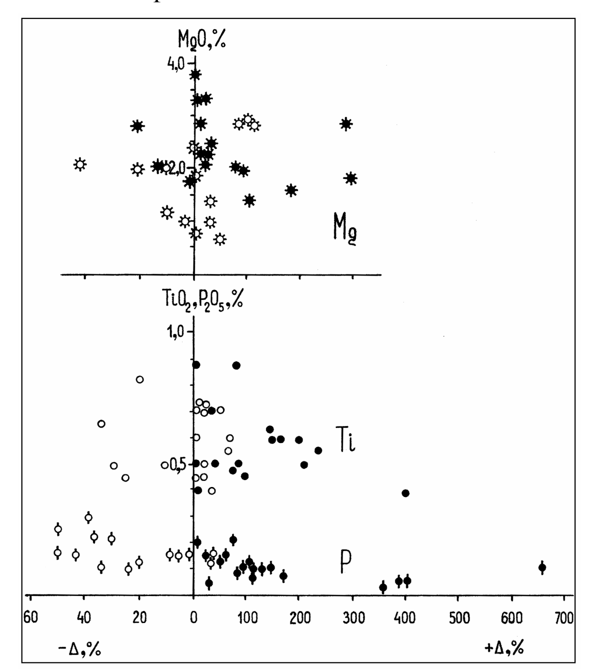


Рис. 6. *Баланс магния, титана, фосфора в нулевой и тыловой зонах околожильных метасоматических ореолов Тулуинской (2, 4, 6, см. рис. 5), № 30, Петровской, Хребтовой, Серебряковской (1, 3, 5) жил Ирокиндинского рудного поля, образованных в альмандин-диопсид-двуполевошпатовом гнейсе и кальцифире*

Вместе с цинком, свинцом, медью, никелем, кобальтом, мышьяком с содержанием не более 0,15 % каждого элемента, метасоматический пирит березитов аккумулирует в себе золото, серебро, титан, причём титаном он насыщен в наибольшей степени, а снижение его содержания вдвое в более удалённом от глубинного разлома ореоле жилы № 30 сравнительно с ореолом Тулуинской жилы (табл. 2) коррелирует с аналогичным поведением металла в березитах в целом. Существенно и синхронно с титаном снижается в этом направлении концентрация в пирите золота, что согласуется также с уменьшением его запасов в жилах по мере удаления от разлома, в частности, в жиле № 30 более чем вдвое относительно Тулуинской жилы, и в несколько раз в жилах, расположенных восточнее. Тем не менее, содержание обоих металлов, особенно "необычного" титана, остаётся достаточно высоким.

Кедровское кварцево-жильное месторождение расположено в 35 км к востоку от Ирокиндинского (рис. 1) и залегает в 5...6 км восточнее Западного шва Тулдуньской зоны глубинных разломов, обрамляющей на востоке Муйский выступ. Оно сложено вытянутой в меридиональном направлении позднепалеозойской (335±5 млн лет) зрелой очагово-купольной постройкой, основу которой составляет пластинообразное, мощностью около 1,5 км, падающее на восток согласно стратификации вмещающей протерозойской кедровской толщи углеродистых песчано-алевросланцев тело гранодиорита и кварцевого диорита в обрамлении плагиомигматитов и на периферии – плагиогнейсов, постепенно переходящих в углеродистые сланцы зеленосланцевой фации. Западная периферия месторождения занята телами габброидов Муйского комплекса (поздний протерозой), которые контролируются упомянутой зоной глубинных разломов. Восточные швы этой зоны находятся в непосредственной близости от месторождения и внутри него.

Золотоносные кварцевые жилы в обрамлении метасоматических ореолов березит-пропилитового профиля залегают в основном в толще углеродис-

Таблица 2. *Оценка параметров распределения металлов в пирите золотоносных березитов*

Элемент, ед. измерения	Параметры распределения	Метасоматические ореолы рудных полей				
		Ирокиндинское		Кедровское		Каралонское
		Тулуинская жила (19)	Жила № 30 (13)	Ореолы кварцевых жил (14)	Жильно-прожилковые зоны (11)	Жильно-прожилковые зоны (8)
Au, г/т	$\overline{x}$	32,9	21,4	0,08	0,54	0,48
	δ	53,7	32,6	0,12	1,34	0,88
Ag, г/т	$\overline{x}$	27,1	27,6	1,92	1,48	1,14
	δ	38,8	32,0	1,02	1,15	0,84
Ti, %	$\overline{x}$	0,58	0,30	0,36	0,39	0,35
	δ	0,24	0,10	0,13	0,04	0,05

Примечания. *1) $\overline{x}$ — среднее арифметическое содержание, δ — стандартное отклонение средних; 2) березиты образованы: в Ирокиндинском рудном поле — за счёт архейских гнейсов, кальцифиров, мигматитов, в Кедровском и Каралонском рудных полях — за счёт углеродистых сланцев протерозойских соответственно кедровской и водораздельной свит; 3) в скобках — число проб; 4) анализы выполнены: Au, Ag — атомно-абсорбционным методом в лаборатории Института геологии и геофизики СО РАН, аналитик В.Г. Цимбалист, Ti — спектральным методом в Центральной лаборатории ПГО "ЗапСибгеология" (г. Новокузнецк)*

тых сланцев, где они имеют умеренное восточное падение, и в ультраметаморфитах-магматитах очагово-купольной постройки с падением на запад также под умеренными углами. Известны они и в габброидах. Жилы сопровождаются дорудными дайками диоритового порфирита, гранит-порфира и обильными внутрирудными субвертикальными дайками умеренно щелочного оливинового долерита, образующими субмеридиональный пояс. В плане рассматриваемой проблемы дайки долерита представляют особый интерес.

Коэффициенты концентрации фемофильных элементов в минеральных зонах околожильных метасоматических ореолов относительно исходных пород получены с использованием результатов петрохимических пересчётов по объёмно-атомному методу данных химических анализов проб и расчёта средних атомных количеств элементов в выборках из десятков проб, представляющих каждую минеральную зону ореолов.

Во внешней и хлоритовой зонах содержание магния, титана, фосфора, как и в Ирокинде, сохраняется на уровнях, отвечающих каждому виду исходных пород. Увеличение массы элементов отмечается в альбитовой и достигает максимума в тыловой зонах.

В березите апогаббрового ореола коэффициенты концентрации составляют: Mg – 1,4, Ti – 1,9, P – 1,9. Березит ореолов, образованных в кварцевом диорите очагово-купольной постройки, обогащен магнием в 2,7, титаном – в 2,1, фосфором – в 2,3 раз. В апосланцевом березите масса магния увеличена в 2,9, титана – в 6,2, фосфора – в 5,2 раз. В отличие от Ирокиндинского месторождения, здесь пока не удалось проследить зависимость уровней накопления элементов относительно швов зоны глубинных разломов, очевидно, вследствие того, что серия этих субмеридиональных швов, выполненных протяжёнными дайками долерита, находится непосредственно в блоке, занятом месторождением.

Метасоматический пирит березитов, образованных за счёт разных пород, содержит никель, кобальт, медь, свинец, цинк, мышьяк на уровне сотых долей %, что согласуется с низким, не более 1 %, содержанием сульфидов в жилах. Титан в пирите находится в сравнительно высоких концентрациях (табл. 2), как и во вмещающих его березитах.

Внутри – и позднерудные маломощные (до 1,5 м), но протяжённые (до многих сотен метров) дайки умеренно щелочного оливинового долерита, принадлежность которых к этапу рудообразования определена на основе структурных соотношений с рудами и других признаков [2], в разной, в том числе значительной степени гидротермально изменены, многие преобразованы в пропилиты, сохранившие лишь реликты первичных магматических минералов – пироксенов, оливина, плагиоклазов. В составе новообразованных минералов участвует биотит; количество последнего в некоторых дайках достигает 60 %. Встречены разные сочетания гидротермальных минералов в одной и разных дайках, вследствие чего аподайковые метасоматические ореолы зональны. Как правило, дайки залегают среди слабо изменённых или совершенно свежих пород, – кварцевых диоритов, мигматитов, гнейсов, углеродистых сланцев и, следовательно, в горячем состоянии выполняли роль тепловых флюидопроводников [2].

Согласно петрохимическим пересчётам, дайки подверглись калиево-сернисто-углекислотному метасоматизму, как и породы в околожильных ореолах и минерализованных зонах, но содержат более высокотемпературный биотит в отличие от березитов, в которых поступавший с флюидами калий зафиксирован в более низкотемпературном серицитe. С учётом этого и близкого к рудам возраста даек очевидно образование аподайковых и околожильных метасоматических ореолов в одном гидротермальном процессе.

Гидротермально изменённые дайки в разной степени обогащены элементами обсуждаемой триады (табл. 3) и, следовательно, березиты околожильных ореолов унаследовали эту петрохимическую особенность аподайковых метасоматитов.

Таблица 3. *Коэффициенты концентрации магния, титана, фосфора в минеральных зонах метасоматических ореолов, образованных во внутрирудных дайках-флюидопроводниках умеренно щелочного оливинового долерита Кедровского рудного поля*

Минеральные зоны	Число проб	Элементы		
		Mg	Ti	P
I	2	1,4	1,5	1,5
II	8	0,9	1,4	1,1
III	9	2,0	1,7	3,8
IV	3	1,8	1,7	4,4
V	3	1,7	2,1	2,8
VI	4	1,3	2,3	3,6
VII	1	2,2	1,2	3,8
VIII	1	1,8	1,4	3,4

Примечания. *1) Минеральные зоны: I — кварц, альбит, серицит, биотит, хлорит, тальк, серпентин, эпидот, кальцит, рутил, лейкоксен, апатит, магнетит, пирит; II — кварц, альбит, серицит, биотит, хлорит, цоизит, кальцит, доломит, доломит-анкерит, рутил, лейкоксен, апатит, магнетит, пирит; III — кварц, альбит, серицит, биотит, тремолит-актинолит, прохлорит, эпидот, кальцит, доломит, рутил, лейкоксен, апатит, магнетит, пирит; IV — кварц, биотит, тремолит, эпидот, кальцит, доломит, рутил, лейкоксен, апатит, магнетит, пирит; V — альбит, серицит, биотит, хлорит, кальцит, доломит, анкерит, рутил, апатит, магнетит, пирит; VI — кварц, альбит, серицит, хлорит, кальцит, доломит-анкерит, анкерит, магнезит, рутил, лейкоксен, апатит, магнетит, пирит; VII — кварц, альбит, тремолит, хлорит, кальцит, рутил, апатит, магнетит, пирит; VIII — кварц, биотит, кальцит, доломит, анкерит, рутил, апатит, магнетит, пирит; 2) коэффициенты концентрации рассчитаны относительно свежего умеренно щелочного оливинового долерита позднерудной генерации*

Заключение

Согласно приведённым материалам, околорудным метасоматическим ореолам мезотермальных золотых месторождений Северного Забайкалья, образованным в кристаллическом и черносланцевом субстрате, свойственны комплексные магний-фосфор-титановые аномалии.

Изменение концентрации титана в обогащённых им березитах тыловой зоны ореолов коррелирует с концентрацией и распределением элемента в метасоматическом пирите березитов и руд. Аномалии фемофильных элементов контролируются зонами глубинных разломов, локальны и приурочены к ближнему обрамлению краевых и внутренних швов этих зон. В Ирокиндинском месторождении фиксируется снижение концентраций элементов триады в березитах тыловой зоны ореолов по мере удаления от Килянской зоны глубинных разломов. В Кедровском месторождении магнием, титаном, фосфором обогащены березиты тыловой зоны апосланцевых, апогаббровых, апогранитных околожильных метасоматических ореолов и многочисленные внутрирудные гидротермально изменённые дайки долерита, как и разломы в обоих месторождениях выполнявшие в период рудообразования раствороподводящую функцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренко И.В. О фосфор-магний-титановой специализации золотоносных березитов // Доклады АН СССР – 1987. – Т. 293. – № 2. – С. 443–447.
2. Кучеренко И.В. Пространственно-временные и петрохимические критерии связи образования золотого оруденения с глубинным магматизмом // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1990. – № 10. – С. 78–91.
3. Лаверов Н.П., Прокофьев В.Ю., Дистлер В.В. и др. Новые данные об условиях рудоотложения и составе рудообразующих флюидов золото-платинового месторождения Сухой Лог // Доклады РАН. – 2000. – Т. 371. – № 1. – С. 88–92.
4. Кучеренко И.В. Позднепалеозойская эпоха золотого оруденения в докембрийском обрамлении Сибирской платформы // Известия АН СССР. Сер. геологич. – 1989. – № 6. – С. 90–102.

УДК 553.311